



BİYOGAZDAN ENERJİ ÜRETEBİR TESİSİN ENTEGRE RİSK ANALİZ YÖNTEMİ İLE RİSK DEĞERLENDİRMESİ

Canan GÖREKE^{1,*}, Cengiz KARAGÜZEL²

¹Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalı, Kütahya, canan.goreke@ogr.dpu.edu.tr, ORCID: 0000-0003-3237-3007

²Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Kütahya, cengiz.karaguzel@dpu.edu.tr, ORCID: 0000-0003-1505-7678

Geliş Tarihi: 29.03.2022

Kabul Tarihi: 30.04.2022

ÖZ

Biyogazdan enerji üreten tesisler iş sağlığı ve güvenliği açısından çok tehlikeli sınıfta yer alırken, çevresel açıdan biyometanzasyonla fermente ürün yönetimini gerçekleştiren tesisler olarak değerlendirilmektedir. Fermente ürün yönetiminde bu işletmelere; iş sağlığı ve güvenliği açısından risk analizi yaptırılması şartı getirilmiştir. Bu nedenle bu tür tesisler birçok yönetmeliği ve özel olarak geliştirilen standartları birlikte yönetmek durumundadır. Mevcut çalışmada, biyogazdan enerji üreten bir tesiste atıkların depolanmasından, oluşan gazın jeneratörlere iletimine kadar olan süreçte risk faktörleri irdelenmiştir. Bu süreçte iş sağlığı ve güvenliği için hazırlanan risk analizine çevresel risk faktörleri eklenerek, skor hesabında entegre yaklaşım değerlendirilmiştir. Entegre risk analizinde iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili risk skorlarının belirlenmesi için Fine-Kinney metodu kullanılırken, çevresel risk skoru hesabında; ISO (International Organization for Standardization) 14001:2015’de yer alan çevresel risk analizi yönteminden yararlanılmıştır. Yapılan hesaplamalarla çevresel risklerin de en az iş sağlığı ve güvenliği riskleri kadar önemli olduğu tespit edilmiştir. Aynı zamanda risklerin düşürülmesi veya kontrol altına alınması için planlanan önlemlerin sahada çalışanlar ve çevre sağlığı açısından yetersiz kaldığı da dikkat çekmiştir. Bu aşamada sahada uygulanacak kontrol önlemlerine çevresel önlemler de eklenmiş ve analizdeki algı değiştirilerek şiddet parametresinin daha uzun süre düşük kalabileceği görülmüştür. Şiddet parametresinin uzun vadede düşük kalması; etkisini zamanla gösteren çevresel risklerden kaynaklanabilecek daha büyük risklerin oluşmasını engelleyeceği için oldukça önemlidir. Sonuçta işletme sürecinde uygulanan risk analizlerine çevresel faktörleri ekleyerek oluşturduğumuz entegre risk analizinin; OHSAS 18001:2007 İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemi ile ISO 14001:2015 Çevre Yönetim Sisteminin birlikte yönetilmesine olanak sunduğu ve bu konuda oluşturulan mevzuatlara destek sağlayacağı öngörülmektedir.

Anahtar kelimeler: *Biyogaz, İş Sağlığı ve Güvenliği, Düzenli Depolama, Çevresel Risk, Risk Analizi*

RISK ASSESSMENT OF A PLANT PRODUCING ENERGY FROM BIOGAS BY INTEGRATED RISK ANALYSIS METHOD

ABSTRACT

While the facilities producing energy from biogas are in the very dangerous class in terms of occupational health and safety, they are considered as facilities that perform fermented product management with biomethanization in terms of environment. For the fermented product management of these businesses; in terms of occupational health and safety, a risk analysis is required. Therefore, such facilities have to manage many regulations and specially developed standards together. In the present study, the risk factors in the process from the storage of wastes in a facility that produces energy from biogas to the transmission of the generated gas to the generators were examined. In this process, environmental risk factors were added to the risk analysis made for occupational health and safety, and the integrated approach was evaluated in the score calculation. In the integrated risk analysis, the Fine-Kinney method is used to determine the risk scores related to occupational health and safety, while in the environmental risk score calculation; the environmental risk analysis method in ISO (International Organization for Standardization) 14001:2015 was used. With the calculations made, it has been determined that environmental risks are at least as important as occupational health and safety risks. At the same time, it was noted that the measures planned to reduce or control the risks were insufficient for the health of the workers in the field and the environment. At this stage, environmental measures were added to the control measures to be applied in the field and it was seen that the severity parameter could remain low for a longer time by changing the perception in the analysis. The severity parameter remains low in the long run; It is very important as it will prevent the occurrence of larger risks that may arise from environmental risks that show their effect over time. As a result, the integrated risk analysis we created by adding environmental factors to the risk analyzes applied in the operation process; It is anticipated that OHSAS 18001:2007 Occupational Health and Safety Management System and ISO 14001:2015 Environmental Management System will be managed together and will support the legislations created in this regard.

Keywords: *Biogas, Occupational Health and Safety, Landfill, Environmental Risk, Risk Analysis*

1. GİRİŞ

Mevcut çalışmada biyogazdan enerji üreten tesislerin düzenli depolama alanlarında uygulanmakta olan iş sağlığı ve güvenliği (İSG) risk analizlerine çevresel faktörler eklenerek entegre risk analizi hazırlanmıştır. Hazırlanan entegre risk analizinde kullanılan yöntemlerin avantaj ve dezavantajları göz önünde bulundurularak, çalışma ortamları; iş kazaları, meslek hastalıkları ve çevresel açıdan değerlendirilmiş ve entegre risk analizinin mevcut risk analizlerine daha işlevsel ve etkili sonuçlarla katkı sağlaması amaçlanmıştır.

Biyogazdan enerji üreten tesislerin kurulum ve işletim süreçlerinde; bütün işletmelerde olduğu gibi yasal prosedürlerin yerine getirilmesi istenmektedir. Kurulum aşamasında biyo-bozunur atıkların düzenli depolanması ve anaerobik çürütmeye biyogaz eldesini sağlayan bu tesislerin projelendirilmesi 2872 nolu Çevre Kanunu kapsamında değerlendirilmektedir [1]. 2872 nolu Çevre Kanunu kapsamında biyo-bozunur atıkların tanımlanmasıyla Atık Yönetimi Yönetmeliğinde [2], fermente ürünlerin yönetimi ile de Mekanik Ayırma, Biyokurutma ve Biyometanizasyon Tesisleri ile Fermente Ürün Yönetimi Tebliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Tebliğde yerini almaktadır [3]. Yayınlanan bu

tebliğin amaçları doğrultusunda tesis genelinde çalışanlar için iş sağlığı ve güvenliği önlemlerinin alınması yükümlülüğü işletmelere verilmiştir [4]. Böylece kurulumdan işletmeye aktarılan yasal mevzuatlar iş sağlığı ve güvenliği prosedürlerini de kapsar hale gelmiştir. Biyogazdan enerji üreten tesisler 6331 nolu İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu 9. Maddesi uyarınca yayınlanan İş Sağlığı ve Güvenliğine İlişkin İşyeri Tehlike Sınıfları Tebliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Tebliğ kapsamında “Çok Tehlikeli” sınıf olarak tanımlanmıştır [5].

İSG’de çok tehlikeli sınıf olarak tanımlanan ve biyometanizasyon ile çevresel açıdan oldukça önemli olan bu tesislerin kurulum ve işletilmesi sırasında sağlık, güvenlik ve çevre koruma önlemlerinin tam anlamıyla yürütülmesi amacıyla bahsi geçen kanun, yönetmelik ve tebliğlerin birlikte yönetilmesi önerilmektedir. Bu öneriyi desteklemek amacıyla işletmeler için bazı dökümanlar hazırlanmıştır [6]. Hazırlanan dokümanlarla oluşturulan standartların arasında; atık yönetimi, iş sağlığı ve güvenliği ile çevresel problemlere çözüm sunmayı amaçlayan iki temel yönetim sistemi bulunmaktadır [7]. Bunlardan ilki OHSAS 18001:2007 İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemi, ikincisi ISO 14001:2015 Çevre Yönetim Sistemi’dir. Her iki yönetim sisteminde de tesiste insan ve çevre sağlığını olumsuz yönde etkileyebilecek tehlikeler için risk analizleri gibi uygulanması gereken ortak yöntemlere yer verilmektedir [7]. Risk analizleri; İSG’de proaktif yaklaşımla yönetilirken [8], çevresel alanda sürdürülebilir kalkınmada başarılı olabilmek adına sistematik yaklaşımı benimseyerek kontrol mekanizmasını geliştirmektedir [9]. Bu nedenle yürütülen mevcut çalışmada her iki yönetimin çözüm olarak sunduğu risk analizlerinde biyogazdan enerji üreten tesisin düzenli depolama alanında karşılaşılabilecek risk faktörleri ayrı ayrı hesaplanarak entegre risk analizi oluşturulmuştur. Oluşturulan risk analizinde İSG yönetimi için Fine Kinney metodu, çevre yönetimi için çevresel etki büyüklüğünün hesaplandığı çevresel risk analizi kullanılmıştır.

Çalışmanın yürütüldüğü tesiste biyogazdan enerji üretim süreci iki ayrı tesis ve taşeronlarla gerçekleştirilmektedir. İşletmenin ikinci tesisinde yer alan düzenli depolama sahasında süreç; atığın serilmesi, kompaktörler ile sıkıştırılarak daha önceden hazırlanmış borulama sisteminde atığın toplanması için hazırlanmasını kapsar. Borulama sistemi rigol, anahat, sifon ve kollektörden oluşmaktadır. Rigolün baş tarafında “emme” işlemini, diğer tarafında ise sızıntı suyu deşarjını gerçekleştiren “sifon” adı verilen yapılar bulunmaktadır. Kanalın üzerindeki emme bağlantıları ana toplayıcı istasyonlarına, sifon bağlantıları da ana toplayıcı drenaj sistemine bağlanmaktadır. Sahada gaz toplama istasyonlarında ve emiş hatlarında toplanan gazın jeneratöre iletilmesi için basınç ihtiyacı vardır. Booster denilen basınçlandırıcı yapılar, ana toplayıcı istasyonlarına gelen çöp gazını, istasyonlara bağlı rigollere negatif basınç (emiş) uygulayarak hatların içerisine çekmektedir [10].

İSG için yapılan risk analizleri üretim teknolojisi, çalışan sağlığı, güvenli bir çalışma ortamı sağlanması ve işin verimliliğinin korunması açısından oldukça geniş bir uygulama alanına sahiptir [11]. Analiz sürecinde gerek risklerin belirlenmesi gerekse kontrol önlemleriyle risklerin düşürülmesinde olasılık, şiddet ve frekans değerleri en önemli rolü oynamaktadır [12]. Fine Kinney risk analizi; bu değerlerin aralık olarak geniş tutulması, risklerin proseslerde etkileşimli hesaplanması, kontrol önlemlerinde görev dağılımının sağlanması ve çalışmaya elverişli olması ile sahada daha detaylı bir çalışma imkânı sunması sayesinde en çok kullanılan analiz metodudur [13]. Ancak bu avantajların yanı sıra genel olarak risk analizlerinin çalışan odaklı yapıyor olması ve çevre kirliliğinin etkisini zamanla gösteriyor olması sebebiyle risklerin yeterince düşürülemediği gibi önemli dezavantajları bulunmaktadır.

Çevresel risk analizleri gerçekleştirilen faaliyetlerin çevresel etkilerinin belirlenip, çalışma ortamının incelenmesi ve koruyucu tedbirlerin alınması için çevreyi etkileyen bütün faktörler ve bu faktörlerin hava, su, toprak kirliliği, canlılar, bitkiler, estetik ve gürültü gibi etki alanlarının hesaplanması açısından zorunludur [1]. Çevresel etki hesabında 14001:2015 Çevresel Yönetim Sistemi'nde yer alan risk analizi eşitliğindeki etki şiddeti ve olma ihtimali verilerinin kullanılması İSG risk analizindeki verileri destekleyici özellik sağlamaktadır [9]. Bu avantajlarının yanı sıra çevresel risk analizinde belirlenen faktörlerin birden fazla etkiye sebep olması ve işyerinde oluşacak kaza ve acil durumların tam olarak önlenememesi gibi dezavantajları bulunmaktadır [9]. Ancak analiz aşamasındaki kontrol soruları listesi sayesinde algıyı daima yüksek tutarak analizin daha aktif olması sağlanmaktadır [9].

2. MATERYAL VE METOT

Yürütülen mevcut araştırmada düzenli depolama alanına ait risk faktörlerinin İSG ve çevresel açıdan değerlendirilmesiyle her iki yöntem için risk skorları hesaplanmıştır. Risk skor hesabında Fine Kinney ve çevresel risk analizi metodları kullanılmıştır. Skor hesabı saha gözlem raporları ve tesisdeki İSG uzmanlarının görüşleri doğrultusunda yapılmıştır. Risklerin hesaplanmasında somut veri olması açısından ilk önce frekans değerleri belirlenmiştir. Frekans değerlerinin ardından tehlikenin gerçekleşme olasılığı ve bu olasılığı değiştirecek faktörler belirlenmiştir. Şiddet değerleri için en kötü senaryo düşünülerek risk skorları hesaplanmıştır. Son olarak hesaplanan risk skorlarına göre alınacak önlemler belirlenmiştir.

Düzenli depolama tesisinde uygulanan entegre risk analizi; skor hesabı ve kontrol önlemleri sonrası skor hesabı olarak iki ayrı çizelgeyle verilmiştir.

2.1. Fine Kinney ve Çevresel Risk Analizi

Fine Kinney risk analizi uygulamasında öncelikle frekans değeri belirlenmektedir. Frekanstan sonra tehlikenin olasılığı ve son olarak oluşacak risklerin etkilerine göre şiddeti belirlenerek risk skoru hesaplanmaktadır [14].

Fine Kinney parametrelerinin sayısal olarak ifade ettiği değerler Çizelge 1'de açıklanmıştır [14].

Çizelge 1. Fine Kinney Parametre Değerleri.

Olasılık		Şiddet		Frekans	
Skor	Açıklama	Skor	Açıklama	Skor	Açıklama
10	Beklenir, kesin	100	Birden fazla ölümcül kaza	10	Hemen hemen sürekli (Bir saatte birkaç defa)
6	Yüksek, oldukça mümkün	40	Öldürücü kaza, ciddi çevresel felaket	6	Sık (Günde bir veya birkaç defa)
3	Olası	15	Kalıcı hasar, iş kaybı, çevresel engel oluşturma	3	Arasıra (Haftada bir veya birkaç defa)
1	Mümkün fakat düşük	7	Önemli hasar, yaralanma, dış	2	Sık değil (Ayda bir veya birkaç

0,5	Beklenmez fakat mümkün	3	ilkyardım ihtiyacı Küçük hasar, yaralanma, dâhili ilkyardım ihtiyacı, arazi sınırları içinde çevresel zarar	1	defa) Seyrek (Yılda birkaç defa)
0,2	Beklenmez	1	Ucuz atlatma, çevresel zarar yok	0,5	Çok seyrek (Yılda bir veya daha seyrek)

Çizelge 1’den belirlenen parametrelerle hesaplanan risk skoru için Eş. 1’den yararlanılmıştır [15].

$$\text{Risk} = \text{Olasılık}(O) \times \text{Şiddet}(\$) \times \text{Frekans}(F) \quad (1)$$

Fine Kinney risk eşitliğine göre hesaplanan riskler gruplandırılmış ve aralık değeri olarak tanımlanmıştır. Tanımlanan risklerin değerlendirilmesi sahada alınması gereken önlemler hakkında bilgi verecek nitelikte belirlenmiştir [14].

Fine Kinney risk aralık değerleri Çizelge 2’de verilmiştir [14].

Çizelge 2. Fine Kinney Risk Değerlendirmesi.

Fine Kinney Risk Skoru			
Risk Değeri	Risk Derecesi	Değerlendirme	
A	400<R	Tolerans gösterilemez risk	Hemen gerekli önlemler alınmalı/ iş durdurulmalı
B	200<R<400	Esaslı risk	Kısa sürede iyileştirilmeli
C	70<R<200	Önemli risk	Plan doğrultusunda yıl içinde iyileştirilmeli
D	20<R<70	Olası risk	Gözetim altında tutulmalı
E	R<20	Önemsiz risk	Önem öncelikli değil

Çevresel riski oluşturan parametrelerde frekans değeri bulunmamaktadır. Ancak sahada çevresel açıdan riskin olma ihtimali İSG parametlerinden frekans değerleriyle örtüşmektedir. Bu nedenle çevresel risk için seçilecek olasılık değerinde Fine Kinney frekans değerlerine karşılık gelen olma ihtimali değerleri kullanılmıştır. Çevresel etki şiddeti ise yine oluşabilecek zarara göre seçilmiştir. Riskin gerçekleşme ihtimali düşük olsa bile şiddetin fazla seçildiği durumlarda risk; “yüksek” olarak tanımlanmaktadır. Riskin yüksek olması ise olayın çevre boyutunun önemli olduğu anlamına gelmektedir [9].

Çevresel risk hesabında Eş. 2’den yararlanılmıştır [16].

$$\text{Çevresel Risk}(\text{ÇR}) = \text{Etki Şiddeti}(E) \times \text{Olma İhtimali}(O) \quad (2)$$

Eşitlikteki parametrelerin sayısal olarak ifade ettiği değerler Çizelge 3’te açıklanmıştır [16].

Çizelge 3. Çevresel Risk Parametre Değerleri.

Etki Şiddeti		Olma İhtimali	
Çok Yüksek	20	Günlük	5
Yüksek	15	Haftalık	4
Orta	10	Aylık	3
Düşük	5	6 Aylık	2
Önemsiz	1	Yıllık	1

Çevresel risk parametreleriyle hesaplanan riskler gruplandırılarak aralık değerleri tanımlanmıştır. Tanımlanan risklerin değerlendirilmesi sahada alınması gereken önlemler hakkında bilgi verecek nitelikte belirlenmiştir [16].

Çevresel risk aralık değerleri Çizelge 4’te verilmiştir [16].

Çizelge 4. Çevresel Risk Değerlendirmesi.

Çevresel Risk Skoru			
Risk Değeri	Risk Derecesi	Değerlendirme	
A	$100 \leq R < 61$	Çok yüksek	Acil önlem alınmalı
B	$60 \leq R < 29$	Yüksek	Çabuk müdahale edilmeli
C	$29 \leq R < 11$	Dikkate değer risk	Önlem alınmalı
D	$10 \leq R < 1$	Kabul edilebilir risk	Tedbir gerekmebilir dikkatli olunmalı

2.2. Düzenli Depolama Alanında Entegre Risk Analizi Uygulaması

2.2.1. Risk skoru hesabı

Çalışmaya konu olan tesiste depolama havuzuna atık besleme gün içinde birkaç defa yapılmaktadır. Bu durum İSG risk parametrelerinden frekansın belirlenmesinde önemli bir etkidir. Frekans değerini belirlerken mevsimsel şartlar ve havuzun doluluk oranı gibi faktörlere de dikkat edilmelidir. Dolayısıyla atık besleme aralığı, mevsimsel şartlar ve doluluk oranına bağlı olarak frekans ilk beş etki için Çizelge 1’den 6 olarak seçilmiştir. Burada atıkların havayla veya birbiriyle reaksiyon oluşturma sıklığı ve bekleme süresinin fazla olabilmesi durumu için altıncı ve yedinci etkilerde frekans Çizelge 1’den sırasıyla 3 ve 2 olarak seçilmiştir.

Olasılık değeri için havuzun sızdırmazlığı, yıllık kontrollerinin yapılıp yapılmadığı, atık besleme işleminin kontrollü olup olmadığı, reaksiyon kaynaklı koku problemi ve sahanın deprem bölgesinde bulunup bulunmadığı gibi durumlar değerlendirilmektedir. Çalışmanın yürütüldüğü tesiste depolama havuzu sızdırmaz olarak inşa edilmiş olup yıllık kontrolleri yaptırılmaktadır. Sürekli besleme ve reaksiyona karşı biyofiltreler kullanılmaktadır. Dolayısıyla bu alanda ilk altı etki için olasılık değeri

Çizelge 1'den 3 olarak seçilmiştir. Bekleme süresi etkisi için ise olasılık Çizelge 1'den 6 olarak seçilmiştir.

Bu alanda ölümcül kaza ve çevresel riskler söz konusu olduğu için şiddet Çizelge 1'den 40 olarak seçilmiştir.

Çevresel risk skoru hesabında ise mevcut tedbirler doğrultusunda sızıntı suyu, taşma, dökülme ve reaksiyona karşı olasılık Çizelge 3'den 3 olarak seçilmiştir. Ancak koku probleminin baskın olduğu dördüncü ve yedinci etkiler için olasılık Çizelge 3'den 5 olarak seçilmiştir.

Etki şiddeti çevresel zararın yüksek olması nedeniyle Çizelge 3'den 20 olarak seçilmiştir.

Depolama havuzu için seçilen değerler verilen eşitliklerde yerine yazılarak hesaplanmış ve entegre risk analizinin birinci bölümü olan risk skorları hesabı Çizelge 5'te verilmiştir.

Çizelge 5. Risk Skorları Hesabı.

Entegre Risk Değerlendirme Formu				Risk Değerlendirme									
				Fine Kinney Risk Skoru				Çevresel Risk Skoru					
				O	Ş	F	R	Mevcut Durum (A,B,C,D,E)		E	O	R	Mevcut Durum (A,B,C,D)
No	Tehlike	Risk	Etki Alanı	Risk Skoru				Risk Skoru		Mevcut Durum (A,B,C,D)			
1	Sızdırmaz özellikte olmaması	Sızıntı suyu	Çevre kirliliği	3	40	6	720	A		20	3	60	A
2	Aşırı dolum uyarı levhalarının olmaması	Taşma, dökülme	Çalışana ve çevreye toksik etki	3	40	6	720	A		20	3	60	A
3	Rigol, anahat ve deşarj sistemlerinin zamanla yıpranması	Sızıntı suyu ve koku	Çalışana ve çevreye toksik etki	3	40	6	720	A		20	3	60	A
4	Anaerobik çürütme	H ₂ S	Çevre kirliliği, çalışana toksik etki	3	40	6	720	A		20	5	100	A

5	Depolama alanının sevk araçları için kolay ulaşılabilir olmaması	Taşma, dökülme	Çevre kirliliği, çalışana toksik etki	3	40	6	720	A	20	3	60	A
6	Atıkların hava veya birbiriyle reaksiyona girmesi	Yangın, parlama ve patlama	Yaralanma, can kaybı ve çevre kirliliği	3	40	3	360	B	20	3	60	A

Çizelge 5. (Devam) Risk Skorları Hesabı.

Entegre Risk Değerlendirme Formu				Risk Değerlendirme								
				Fine Kinney Risk Skoru				Çevresel Risk Skoru				
No	Tehlike	Risk	Etki Alanı	O	Ş	F	R	E	O	R	Mevcut Durum (A,B,C,D,E)	Mevcut Durum (A,B,C,D)
				Risk Skoru				Risk Skoru (Mevcut)				
7	Bekleme süresinin fazla olması	Koku, kimyasal gaz çıkışı ve egzoz gazı birikmesi	Çevre kirliliği ve kronik toksikasyon	6	40	2	480	A	20	5	100	A

2.2.2. Kontrol önlemleri sonrası skor hesabı

Düzenli depolama alanında sızıntı suyu başta olmak üzere kentsel atık kaynaklı koku, aşırı dolum kaynaklı taşma ve dökülme gibi riskler söz konusudur. Bu riskler için depolama alanının sızdırmaz özellikteki yalıtım malzemeleriyle yapılması ve olası sızıntıya karşı gözlem altında tutulmasını sağlayacak toprak ve yeraltı su analizlerinin yapılması gerekmektedir. Sahadaki koku problemi için biyofiltreler ve pH düzenleyici teknolojilerin kullanılması önerilmektedir [17]. Bu tür teknolojilerin düzenli olarak emisyon ölçümleriyle izlenmesi sağlanmalıdır. Depolama alanının tasarlanırken atık getiren sevk araçları için kolay ulaşılabilir olması ve taşma riskine karşı bariyerli olarak inşa edilmesi gerekmektedir. Depolama alanlarında atık besleme sürekli yapıldığı için doluluk hakkında bilgi vermesini sağlayan uyarı ve otomasyon sistemleriyle kontrol edilmelidir. Depolanmış atıkların üzeri örtü toprağı ile örtülmeli, getirilen atıklar reaksiyon sonucu yangın riskine karşı ayrıştırılmalıdır. Bunun için burada çalışan personele atıkların ayrıştırılması hakkında eğitimlerin verilmesi sağlanmalıdır. Aynı zamanda bu alanda düzenli olarak periyodik bakım ve onarım yaptırılması, çalışanlar için sağlık kontrollerinin rutin olarak yapılması, uygun kişisel koruyucu donanım (KKD) olarak gözlük, eldiven ve iş ayakkabısı verilerek kullanılması ve gerekli eğitimlerin verilmesi sağlanmalıdır [18].

İSG ve çevresel açıdan belirlenen önlemlerle yeniden yapılan skor hesabında kullanılan parametre değerlerinin dolayısıyla risk skorlarının düştüğü görülmektedir. Örneğin depo tabanlarının doğal ve sentetik özellikteki depreme dayanıklı malzemelerle kaplanması, yıllık periyodik kontrollerinin yaptırılması ve önerilen toprak ve su analizleriyle sahanın izlenmesi sızıntı riskini önleyerek buradaki risk skorunun İSG’de 40’dan 15’e, çevresel risk analizinde 20’den 15’e düşürülmesini sağlamaktadır. Burada parametrelerin daha düşük seçilememesinin sebebi deprem ve sel gibi doğal felaketlerle sızıntı ve taşma ihtimalinin yanı sıra atığın kimyasal içeriğinden dolayı ekolojik etkisinin de devam etmesidir. Düzenli depolama alanında belirlediğimiz bütün etkilere uyguladığımız entegre yaklaşımla hesaplanan yeni risk skorları; sahanın sürekli gözlem altında tutulması gerektiğini ve risklerin halen dikkate değer olduğunu vurgulamaktadır. Entegre risk analizi için önerilen İSG ve çevresel önlemlerle yeniden hesaplanan risk skorları sahada risk aksiyon planı olarak adlandırılmaktadır. Entegre risk analizimizin ikinci bölümü olan risk aksiyon planı Çizelge 6’da verilmiştir.

Çizelge 6. Kontrol Önlemleri Sonrası Skor Hesabı.

Kontrol Önlemleri Düzeltilici Önleyici Faaliyet/Tavsiye No	Risk Aksiyon Planı								
	Fine Kinney Risk Skoru				Durum (Kontrol Edilen)	Çevresel Risk Skoru			Durum (Kontrol Edilen)
	O	Ş	F	R		E	O	R	
Planlanan Risk				Planlanan Risk					
1	1	15	3	45	D	15	2	30	C
2	1	15	3	45	D	15	2	30	C
3	1	15	3	45	D	15	2	30	C

4	Biyofiltre ve pH düzenleyiciler kullanılmalı, periyodik bakım onarımları yaptırılmalı, anlık gaz ölçümleri yaptırılmalı ve uygun KKD temin edilmelidir.	1	15	3	45	D	15	4	60	B
5	Depolama alanı sevk araçları için kolay ulaşılabilir bir yerde yapılmalı, sahanın çevresi bariyerli olarak inşa edilmeli ve sürekli kontrol edilmelidir.	1	15	3	45	D	15	2	30	C

Çizelge 6. (Devam) Kontrol Önlemleri Sonrası Skor Hesabı.

Kontrol Önlemleri Düzeltici Önleyici Faaliyet/Tavsiye No	Risk Aksiyon Planı									
	Fine Kinney Risk Skoru				Çevresel Risk Skoru					
	O	Ş	F	R	Durum (Kontrol Edilen)	E	O	R	Durum (Kontrol Edilen)	
6	Atıkların üzeri örtü toprağı ile örtülmeli ve karışık atıklar ayrıştırılmalıdır. Atık eğitimi verilmeli, personel için maske, gözlük, eldiven ve uygun iş ayakkabısı temin edilmelidir. İç denetimler planlanmalıdır.	1	15	2	30	D	15	2	30	C
7	Personele uygun KKD kullanandırılmalı, periyodik sağlık kontrolleri yaptırılmalı, düzenli olarak emisyon ve anlık gaz ölçümleri yapılmalıdır.	3	15	2	90	C	15	4	60	B

Çizelge 6'dan anlaşıldığı üzere düzenli depolama alanında uygulanmış olan entegre risk analizinde düşürülmesi planlanan risk skorlarında şiddetin çevresel önlemlerle azaltılabildiği görülmektedir. Bununla birlikte etkisini zamanla göstermekte olan çevresel risklere karşı alınan önlemlerle, düşürülen risk skorunun uzun süre düşük kalması da mümkün olacaktır. Çünkü çevresel önlemler sahada sürekli olarak dikkate değer algı oluşturarak prosesin gözlem altında tutulmasını ve raporlanmasını sağlayarak mevcut risklerin zamanla oluşmasını durduracaktır.

3. SONUÇLAR

Yapılan bu çalışmada, biyogazdan enerji üreten tesislerde iş kazaları, meslek hastalıkları ve çevresel etkilere neden olabilecek risk faktörleri değerlendirilmiştir. Değerlendirme sırasında İSG ve çevre açısından risk skorları ayrı ayrı hesaplanmıştır. Ayrıca İSG için alınacak önlemlere çevresel önlemler de eklendiğinde etki ve şiddetin dolayısıyla risk skorunun düştüğü ve daha uzun vadede düşük kalabileceği görülmüştür. Çünkü sahanın çevresel önlemlerle sürekli izlenmesi sağlanmakta ve risk algısı azalsa bile iç denetimlerle kontrol mekanizması sağlanarak güncel tutulmaktadır. Böylece genelde çalışan odaklı yürütülen İSG risk analizleri ile genelde kurulum aşamasında yürütülen çevresel yönetimin birlikte değerlendirilebileceği entegre risk analizinin; çalışan, çevre ve proses arasında kurduğu etkin yaklaşımla daha güvenli bir çalışma ortamı ve bu ortamın sürekliliği sağlanmış olacaktır.

Sonuç olarak, entegre risk analizi; OHSAS 18001:2007 İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemi ile ISO 14001:2015 Çevre Yönetim Sisteminin amaçları doğrultusunda bu iki sistemin birlikte yönetilmesine olanak sağlayacaktır. Aynı zamanda bu konuda yayınlanan mevzuatları destekleyerek başta yenilenebilir enerji kaynağı olarak kullanılan biyogazdan enerji üreten tesislerdeki çalışma ortamlarında sağlık ve güvenlik açısından sağlayacağı süreklilikle oldukça önemli faydaları da beraberinde getirecektir.

4. TARTIŞMA

Bu çalışmada, faaliyet gösteren işletmelerde yaygın olarak kullanılan Fine Kinney risk analizi metoduna çevresel faktörler eklenerek yeni bir risk analizi hazırlanmıştır. Hazırlanan entegre risk analizinde çalışan, proses ve çevresel kaynaklı risk faktörleri incelenmiş ve entegre risk analizinin mevcut analizlere katkı sağlayacağı saptanmıştır.

TEŞEKKÜR

Araştırmamızın uygulama aşamasında mesleki deneyimleriyle yardımlarını esirgemeyen B Sınıfı İş Güvenliği Uzmanı Talha KAYA'ya teşekkür ederiz.

KAYNAKÇA

- [1] Çevre Kanunu. (1983,11 Ağustos). T.C. Resmi Gazete (Sayı: 18132).
- [2] Atık Yönetimi Yönetmeliği. (2015,02 Nisan). T.C. Resmi Gazete (Sayı: 29314).
- [3] Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik. (2010, 26 Mart). T.C. Resmi Gazete (Sayı: 27533).
- [4] Mekanik Ayırma, Biyokurutma ve Biyometanizasyon Tesisleri ile Fermente Ürün Yönetimi Tebliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Tebliği. (2017, 10 Ekim). T.C. Resmi Gazete (Sayı: 30137).

- [5] İş Sağlığı ve Güvenliğinde İşyeri Tehlike Sınıfları Tebliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Tebliğ. (2013, 29 Mart). T.C. Resmi Gazete (Sayı: 28602).
- [6] ISO-ISO/TC 255-Biogas. (2022, 04 Ocak). Erişim adresi: <https://www.iso.org/committee/617083>.
- [7] Bilici, E.N. (2019). İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemlerinin Biyogaz Tesisinde Uygulanması, Yüksek Lisans Tezi, Üsküdar Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul, 149s.
- [8] İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu. (2012,06 Haziran). T.C. Resmi Gazete (Sayı:28339).
- [9] İstanbul Sanayi Odası, (2008). Çevre Yönetim Sistemi Rehberi. İstanbul Sanayi Odası Yayınları, Çevre Şubesi, İstanbul, 94. Erişim adresi: https://www.iso.org.tr/sites/1/upload/files/cevre_yonetim_sistemi_rehberi-100.pdf.
- [10] Altınbaş, M., Öztürk İ. (2021), Biotrend Atık ve Enerji Tesislerinin Teknik Değerlendirme Raporu. İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, İstanbul, 167, 10. Erişim Adresi: <https://www.tebyatirim.com.tr/medium/document-file-298.vsf>.
- [11] Karamık, S., Şeker, U. (2015). İşletmelerde iş güvenliğinin verimlilik üzerine etkilerinin değerlendirilmesi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 3 (4), 575-584.
- [12] Risk Değerlendirme Standartları. (2022, 12 Şubat). Erişim adresi: https://www.ktu.edu.tr/dosyalar/16_00_00_5d20f.pdf.
- [13] Eskiömeroğlu, B. (2018). Tam teşekküllü spor komplekslerinin risk analizlerinin Fine Kinney ve 5x5 L Matris yöntemleri ile yapılarak karşılaştırılması, İstanbul Gedik Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 210s.
- [14] Fine- Kinney Metodu. (2022, 03 Şubat). Erişim adresi: https://www.nurdogan.net/finekinney_dosyalar/Fine_Kinney_Parametre_ve_Ornek.pdf.
- [15] Göreke, C., Kitiş, Ş., ve Topal, A., (2021). Cam şekillendirme tesislerinde kesim hattında iş sağlığı ve güvenliği risklerinin değerlendirilmesi, İSG Akademik Dergisi, 3 (1), 47-69.
- [16] Çevre Yönetim Sistemi Risk Analizi Nedir? Nasıl Yapılır? (2022, 28 Ocak). Erişim adresi: <https://www.isokalitebelgesi.com/iso-14001-cevre-yonetim-sistemi-risk-degerlendirme-analizi-nedir-nasil-yapilir>.
- [17] Akbulut, Z., Kara, G., ve Topak, A.N. (2018). Türkiye'deki atıksu arıtma tesislerinde koku problemleri, Ulusal Çevre Bilimleri Araştırma Dergisi, 1 (4), 185-188.
- [18] Göreke, C., Kitiş, Ş. ve Yalçın, Y., (2021). Biyogazdan elektrik enerjisi üretiminin iş sağlığı ve güvenliği açısından incelenmesi ve değerlendirilmesi, Mühendislik Alanında Araştırma ve Değerlendirmeler. Ankara: Gece Kitaplığı, sf. 43-65.